

水利水电工程施工地质规程

SL/T 313—2021

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	地面建筑物	5
4.1	一般规定	5
4.2	地质巡视与观测	5
4.3	取样与试验	7
4.4	地质编录	7
4.5	地质预报与建议	9
4.6	地基评价与验收	10
5	地下开挖工程	12
5.1	一般规定	12
5.2	地质巡视与观测	12
5.3	取样与试验	14
5.4	地质编录	15
5.5	地质预报与建议	17
5.6	围岩评价与验收	18
6	边坡工程	20
6.1	一般规定	20
6.2	地质巡视与观测	20
6.3	取样与试验	22
6.4	地质编录	22
6.5	地质预报与建议	24
6.6	边坡评价与验收	25
7	防渗与排水工程	27
7.1	一般规定	27

7.2	地质巡视与观测	27
7.3	取样与试验	28
7.4	地质编录	29
7.5	地质预报与建议	29
7.6	评价与验收	30
8	水库库区	32
9	天然建筑材料	34
10	资料整编与成果编制	35
10.1	资料整编	35
10.2	成果编制	35
10.3	资料与成果归档	36
附录 A	施工地质巡视卡	37
附录 B	施工地质日志	39
附录 C	可视化地质编录技术规定	40
附录 D	施工地质编录综合描述卡	41
附录 E	地质展示图样图	44
附录 F	工程竣工工程地质报告编写要求	47
附录 G	工程竣工工程地质报告附图及比例尺	49
附录 H	竣工工程地质图样图	50
	标准用词说明	51
	标准历次版本编写者信息	52
	条文说明	53

1 总 则

1.0.1 为规范水利水电工程施工地质工作程序，明确施工地质工作内容、方法与技术要求，保证施工地质工作质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于大、中型水利水电工程施工地质工作，小型水利水电工程可参照执行。

1.0.3 施工地质工作应自工程开工起至竣工验收止，贯穿工程施工全过程。

1.0.4 本标准主要引用下列标准：

GB 50487 水利水电工程地质勘察规范

SL 55 中小型水利水电工程地质勘察规范

SL 73.3 水利水电工程制图标准 勘测图

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程

SL 567 水利水电工程地质勘察资料整编规程

SL 670 水利水电建设工程验收技术鉴定导则

1.0.5 水利水电工程施工地质工作除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 地质巡视 geological inspection

施工过程中，对施工揭露及其影响区出现的地质现象进行日常性观察、调查、测量、记录等工作。

2.0.2 地质观测 geological observation

施工过程中，对特定地质现象及其变化进行追踪观察或简易量测的工作。

2.0.3 施工地质编录 geological mapping of excavation

开挖面形成后，用不小于 1:500 的大比例尺测图、文字描述、摄影、录像等形式将开挖面上的地质现象逐块（段）记录下来工作。

2.0.4 地质预报 geological prediction

在前期工程地质勘察的基础上，通过分析、研究施工过程中揭露的地质现象和已有的工程检测、监测、探测资料，对可能遇到的工程地质、水文地质条件及可能引起的地质问题所进行的预先分析与判断。

2.0.5 隧洞超前地质预报 geological forward - prospecting in tunnel

在分析已有地质资料的基础上，采用地质调查、物探、超前钻探、超前导洞等手段和地质综合分析方法，对隧洞（井）开挖面前方的不良地质体的性状、位置、产状、规模及可能的危害等进行的探测、分析与判断。

2.0.6 可视化地质编录 visual geological recording

以工程地质学和摄影测量学为理论基础，以近景数字摄影技术获取数字影像，结合现场地质描述，采用数字图像处理 and GIS 空间数据管理等手段，实现地质体或工程开挖面地质信息提取、处理、成图的工作。

3 基本规定

3.0.1 水利水电工程施工地质工作应收集施工揭露的地质情况，检验和复核前期地质勘察成果，预测、预报可能出现的地质问题，进行工程地质评价，提出工程处理措施和优化设计建议。

3.0.2 施工地质工作应包括下列主要内容：

1 进行地质巡视与观测。

2 进行取样与试验。

3 编录施工揭露的地质现象，检验、复核、修正前期地质勘察成果。

4 进行地质预报，及时提出对工程地质问题的处理建议。

5 进行地基、围岩、边坡、防渗与排水、水库库区、料场等工程的地质评价，并参与验收。

6 提出工程运行期间与地质相关的监测工作建议。

7 编制施工地质报告、竣工工程地质报告。

3.0.3 施工地质工作宜遵循下列基本程序：

1 编制施工地质工作大纲。

2 开展现场施工地质工作。

3 编发施工地质简报，进行地质预报，提出地质建议。

4 参加与地质有关的工程处理、安全监测等方案研究。

5 参加与地质有关的验收。

6 资料整编与成果编制。

3.0.4 施工地质工作大纲应包括下列内容：

1 工程概况、前期地质勘察结论。

2 任务来源、目的及要求。

3 工作依据、内容、方法和技术要求。

4 计划工作量、进度安排、资源配置。

5 质量环境职业健康安全措施。

6 提交成果等。

3.0.5 施工地质人员应熟悉工程的地质情况和设计方案，工作中应及时与设计、监理、施工等相关单位协调沟通。

3.0.6 施工单位应根据地质要求及时清理和冲洗建基面、洞室围岩、工程边坡及特定部位的开挖面，标示桩号和高程，并为施工地质作业提供必备的工作条件。

3.0.7 施工地质人员进行地质巡视与观测时，应及时填写施工地质巡视卡和施工地质日志，填写内容宜符合附录 A、附录 B 的规定。

3.0.8 地质编录宜采用可视化地质编录法、方格网法、丈量法或视距法。可视化地质编录宜符合附录 C 的规定。

3.0.9 地质预报与建议应采用书面形式及时向有关单位提出，情况紧急时可先做口头预报。书面材料应系统编号、统一格式。

3.0.10 施工过程中，新揭露的地质条件发生重大变化、可能遇到重大地质问题时，应及时提出专项勘察研究或隧洞超前地质预报的建议。专项勘察应符合 GB 50487 和 SL 55 的规定。

3.0.11 施工地质单位应按 SL 223 的规定参加与地质有关的工程验收。

3.0.12 施工地质工作期间，应及时整编施工地质资料，编写施工地质成果报告；施工地质工作结束后，应及时进行施工地质资料分类整编、归档。资料整编应符合 SL 567 的规定。

4 地面建筑物

4.1 一般规定

4.1.1 地面建筑物的施工地质工作应跟踪开挖揭露的地质情况，评价建基岩（土）体质量及地基稳定性，提出工程处理措施地质建议。

4.1.2 地面建筑物的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪对建筑地基变形、抗滑、渗透稳定不利的地质条件及其变化。

4.1.3 施工期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

- 1 局部地段存在地基变形、抗滑稳定、渗透变形问题，且其边界条件、岩（土）体参数发生较大变化。
- 2 存在与建筑物关系密切的岩溶洞穴等隐蔽地质现象。
- 3 可利用岩（土）体顶面的埋藏深度及形态发生较大变化。
- 4 地基处理方案发生变化。
- 5 新出现重大环境地质问题。

4.2 地质巡视与观测

4.2.1 岩质地基地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，施工程序、方法、工艺及其对建基岩体的影响，特别是因开挖引起的卸荷回弹、结构面张开及建基面岩体损伤现象。

2 软弱层带、膨胀岩、含易溶盐岩层、特殊矿体及岩脉的产状、性状、厚度及其变化、延伸情况、界面起伏特征和破碎、泥化情况。

3 断层出露位置、产状、性质、宽度或厚度、断距、延伸

情况，构造岩类型、胶结情况、透水性，断层交汇切割情况及其与建筑物的关系。

4 对建筑物地基岩体稳定有影响的缓倾角结构面发育情况及其与其他结构面的交汇切割情况。

5 深、厚风化地段岩体的风化程度、深度、特性，风化夹层的分布与性状。

6 岩溶洞穴和溶蚀裂隙的位置、高程、规模、形态、充填情况等。

7 基坑涌水量及水位，地下水出露位置、高程、形式、水头、流量、物理性状、携出物和沉淀情况、补排关系等。

8 渠道地基的渗漏条件。

9 地基岩体现场测试、检测情况。

10 地基处理措施的实施情况，土石坝（闸）防渗体与坝肩岩体的接触与处理情况。

11 基坑开挖对周边环境的影响情况。

4.2.2 土质地基地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，施工程序、方法、工艺及其对建基土体的影响。

2 不良土体的分布、性状等。

3 土体结构及结构面发育情况。

4 地下水活动、渗透变形等情况，基坑涌水量及降排水措施。

5 渠道地基的渗透性和渗漏边界条件。

6 对地基有影响的地裂缝、洞穴等的分布位置及规模。

7 地基土体现场测试、检测情况。

8 地基处理措施的实施情况。

9 基坑开挖对周边环境的影响情况。

4.2.3 地质观测宜包括下列内容：

1 地基岩（土）体胀缩、回弹、隆起、沉降、蠕滑、挤出、

开裂等变形失稳现象。

2 易风化岩体的风化速度和易崩解岩（土）体的崩解速度，软弱层带和含易溶盐地层的渗水恶化情况。

3 土质地基中的管涌、流土等渗透变形现象。

4 地下水水位、流量、物理性状等。

5 施工期围堰及大坝临时挡水期、水库蓄水初期坝基及坝肩地下水变化及渗漏情况。

6 其他异常情况。

4.3 取样与试验

4.3.1 开挖期间可采集下列标本：

1 建基面典型地段代表性岩土标本。

2 对工程有影响的岩土标本。

3 水泥结石、显示灌浆后结构面状态的岩样等其他标本。

4.3.2 对岩质地基建筑物稳定有严重影响的软弱层带、构造岩、岩脉、蚀变带等，应根据具体情况进行复核性试验。

4.3.3 土质地基持力层性状变化较大时，应取样试验或原位测试复核地基土特性。

4.3.4 施工开挖后新发现可能存在腐蚀性的土或水时，应取样试验。

4.4 地质编录

4.4.1 建基面应进行地质编录。地质条件简单的渠道及其他对地基要求较低的线状工程，地质编录可适当简化。

4.4.2 岩质地基地质编录应包括下列内容：

1 开挖形态、高程、桩号或坐标。

2 地层代号、岩性、岩性界线、岩层产状、单层厚度，特别是软弱夹层产状、厚度、延伸情况、结构特征、破碎泥化情况及界面起伏特征。

3 断层、破碎带、层间剪切带、节理裂隙或裂隙密集带，

特别是缓倾角结构面的位置、产状、宽度、延伸情况、性状及其与其他结构面的交汇切割情况，褶曲的形态、轴面位置及主要特征。

4 岩体风化、卸荷特征及其分带。

5 岩溶洞穴和溶蚀裂隙位置、规模、形态、连通性、充填情况等。

6 岩体结构类型、工程地质分类。

7 地下水出露点位置、高程、形式、水头、流量、物理性状等。

8 爆破影响松动带、炮窝等施工缺陷的位置及范围。

9 地基处理开挖的坑、槽、井、洞位置、深度、宽度和长度，锚固和固结灌浆范围，残留的勘探孔、洞位置、规模及封堵回填情况。

10 裂隙统计点、取样点、现场试验点、物探检测孔和摄影、录像点的位置。

4.4.3 土质地基地质编录应包括下列内容：

1 开挖形态、高程、桩号或坐标。

2 土的成因类型及时代、分类名称、土体特征、分层厚度、层间接触情况，特别是不良土体的分布情况。

3 土体结构及结构面发育情况。

4 土体含水、渗水情况，地下水出露点位置、流量、物理性状等，管涌、流土的范围。

5 生物洞穴、人工洞穴、古文化层的位置及范围，植物根系大小、发育深度及密度。

6 土体胀缩、冻胀、沉降、蠕滑、挤出、开裂等变形的位
置、范围及成因。

7 地基置换或其他处理措施的实施位置、范围及深度。

8 原位测试点及重要取样点、勘探点的位置。

4.4.4 地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容应符合附录 D 中 D.0.1 条的规定。

4.4.5 建基面地质编录应编制地基分块展示图，地质条件复杂地段宜实测或编制建筑物典型工程地质剖面图。

4.4.6 地质编录比例尺应符合表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 地面建筑物地基地质编录比例尺

工程类型	混凝土(砌石) 坝(闸)、厂房、 通航建筑物、 溢洪道	土石坝(堤)			渠系 建筑物	渠道
		非均质坝		均质坝		
		心墙、斜墙、 截水墙、趾板	坝壳			
比例尺	1:200~ 1:50	1:200~ 1:50	1:500~ 1:100	1:200~ 1:50	1:500~ 1:100	

4.4.7 地质编录时，宜对下列内容进行摄影或录像：

- 1 对工程有影响的地质体和地质现象。
- 2 重要地质缺陷的处理情况。
- 3 建筑物区地貌形态、开挖形态、编录块的全貌。

4.5 地质预报与建议

4.5.1 根据施工地质工作获取的资料，预判地基实际情况与原设计依据的前期地质勘察成果有较大出入，或可能出现新的地质条件影响施工、建筑物安全时，应及时进行地质预报。

4.5.2 施工地质预报应包括下列主要内容：

- 1 与原设计依据的前期地质勘察成果有较大出入的工程地质条件和问题。
- 2 基坑可能出现的管涌、流土或涌突水问题，以及基坑边坡可能出现的变形失稳问题。

4.5.3 地基处理措施的地质建议应包括下列内容：

- 1 开挖处理的位置、范围和深度。
- 2 固结灌浆的位置、范围和深度。
- 3 锚固处理的位置、范围、方向和深度。
- 4 土基置换和加固处理的位置、范围和深度。

5 地下水的引、排、封、堵等措施。

4.6 地基评价与验收

4.6.1 施工过程中应综合利用地质勘察资料、检测和监测资料、施工地质资料，不断补充和完善地基的工程地质评价。

4.6.2 建筑物总体或分块（段）地基的工程地质评价宜包括下列内容：

- 1 地基岩（土）体的工程地质类别、物理力学参数、渗透性与渗透稳定性。
- 2 地基岩（土）体的承载与变形特性。
- 3 地基可能的整体和局部滑移型式及其相应的边界条件，滑移面（体）力学参数，抗力体范围及完整性。
- 4 地质缺陷的工程处理情况。
- 5 需后续处理的地质问题和运行期开展的监测项目。

4.6.3 建基面验收时应检查下列内容：

- 1 建基面的形态、高程，超欠挖情况，光面凿毛程度，岩体爆破损伤、松动及其清除情况，建基面冲洗情况和渗水、积水情况。
- 2 易风化、软化、膨胀、崩解岩（土）体的保护情况。
- 3 建基岩（土）体性状。
- 4 地质缺陷的处理情况。
- 5 地下水的引、排、封、堵及勘探洞、井、孔封堵回填情况。
- 6 周边地段施工对验收块（段）岩（土）体的影响情况。

4.6.4 建基面验收前应准备下列地质资料：

- 1 建基面工程地质图、地质剖面图等。
- 2 施工地质说明。

4.6.5 施工地质说明应包括下列内容：

- 1 验收块（段）编号、桩号、高程及建基面形态。
- 2 岩（土）体特性、地质构造及水文地质特征。

- 3 岩体风化、卸荷及岩体质量类型。
- 4 岩基中地质缺陷的处理情况。
- 5 土基中不良土体的处理情况。
- 6 建基面清理整修、地下水引、排、封、堵及勘探洞、井、孔封堵回填情况。
- 7 建基面及浅部岩（土）体工程地质评价与结论。

5 地下开挖工程

5.1 一般规定

5.1.1 地下开挖工程的施工地质工作应跟踪开挖揭露的地质情况，复核围岩类别，评价围岩稳定性，提出工程处理措施地质建议。

5.1.2 地下开挖工程的施工地质工作内容除应符合 3.0.2 条的规定外，还应重点跟踪下列内容：

- 1 围岩类别变化及变形失稳、涌水突泥等。
- 2 深埋长隧洞岩爆、软岩大变形、高外水压力、高地温等，以及涌水、排水对环境的影响。
- 3 有毒有害气体、放射性元素。

5.1.3 遇到下列情况时，应提出隧洞超前地质预报的建议：

- 1 深埋长隧洞。
- 2 施工过程中可能遇到影响施工安全、围岩稳定等重大地质问题的其他地下开挖工程。

5.1.4 施工期遇到下列情况需进一步查明时，应提出专项勘察研究的建议：

- 1 对大型洞室稳定有影响的、规模较大的不利块体。
- 2 对防渗、排水有重大影响的岩溶管道系统、强透水带等。
- 3 严重变形失稳、涌水突泥、有毒有害气体等。
- 4 施工引发的严重环境地质问题。

5.2 地质巡视与观测

5.2.1 岩质洞室地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

- 1 施工开挖进度，开挖面形态，施工程序、方法、工艺及其对围岩的影响，爆破半孔率等。

2 软岩、膨胀岩、蚀变岩等的分布、性状、干湿变化、自稳情况等。

3 层面、断层、软弱层带、长大裂隙等结构面的位置、产状、性状、延伸情况及其与洞室的交切关系，结构面的组合情况，初步分析判断洞室可能失稳的部位。

4 岩体透水性，地下水出露位置、形式、流量、流速、水头、物理性状及其变化，地下水与降雨、融雪或地表径流的关系，地表、地下水的异常变化。

5 岩溶洞穴的位置、高程、规模、形态、充填及地下水活动情况，以及可能塌陷的部位等。

6 进出口洞段风化、卸荷与岩溶发育情况。

7 围岩类别及分界线桩号。

8 围岩变形、失稳的位置、形态、规模、机制及其危害。

9 高地应力引起的片帮、岩爆、内鼓、弯折等变形失稳现象。

10 收集地温、洞温和湿度等资料。

11 收集有毒有害气体、放射性元素监测资料。

12 收集拱顶下沉、边墙位移、围岩内部位移、锚杆锚索应力、围岩弹性波测试等资料。

13 围岩支护等处理措施的实施情况。

5.2.2 土质洞室地质巡视内容应包括基本地质条件，并应侧重下列内容：

1 施工开挖进度，开挖面形态，施工程序、方法、工艺及其对围岩的影响。

2 不良土体的分布情况及变化。

3 地下水的出露位置、流量和物理性状，管涌、流土等情况。

4 进出口洞段的稳定状况。

5 围岩的变形失稳情况。

6 对围岩稳定有影响的洞穴分布位置、规模。

- 7 收集围岩监测资料。
 - 8 地表隆陷、构筑物变形、地表水与地下水异常变化，土体变形、孔隙水压力监测情况。
 - 9 围岩支护等处理措施的实施情况。
- 5.2.3 岩石隧洞掘进机法或盾构法施工时，除应满足 5.2.1 条的有关规定外，还应及时收集与分析施工掘进参数、刀具磨损及更换情况、岩渣性状、严重卡机等情况。
- 5.2.4 地质观测应侧重下列部位和洞段：
- 1 存在不利结构面（组合）的洞顶和拱座部位。
 - 2 软弱层带分布洞段，风化、蚀变强烈洞段，岩体和土体分界部位。
 - 3 较大断层、破碎带、裂隙密集带分布洞段。
 - 4 薄层、破碎且产状不利于稳定的地层分布洞段。
 - 5 与边墙近平行或呈小夹角的中、陡倾角软弱结构面分布洞段。
 - 6 高地应力洞段。
 - 7 岩溶发育和地下水活动强烈洞段。
 - 8 进出口及上覆岩（土）体较薄的洞段。
 - 9 洞室群间的岩墙、岩柱、岩壁梁，交叉洞段等。
- 5.2.5 地质观测宜包括下列内容：
- 1 地下水集中出露点的流量、物理性状，地表水位、地下水位或水压力，土体含水率及变化。
 - 2 软弱层带和含易溶盐地层的渗水恶化情况。
 - 3 围岩松动变形、开裂。

5.3 取样与试验

- 5.3.1 开挖期间可采集下列岩土标本：
- 1 各洞段代表性岩土标本。
 - 2 断层构造岩、软弱层带、特殊性岩土等岩土标本。
- 5.3.2 在洞室开挖过程中，宜根据具体情况进行回弹仪或点荷

载等简易测试。

5.3.3 在洞室开挖过程中，可根据需要对岩（土）体的物理力学性质、环境水及土壤腐蚀性等进行复核性试验，提出地应力、有毒有害气体、围岩松动范围等测试要求。

5.4 地质编录

5.4.1 地下开挖工程最终开挖面应进行地质编录。采用岩石隧洞掘进机法或盾构法施工时，可利用敞开式特点或护盾式窗口、停机检查、事故处理等条件，并根据掘进参数、岩渣特征等进行地质编录。

5.4.2 岩质洞室地质编录应包括下列内容：

1 基准线、桩号、洞、井轮廓线。

2 地层代号、岩石名称、岩性特征、岩性界线、岩层产状、单层厚度、层面起伏和破碎泥化情况，特别是软弱夹层、含有毒有害气体的地层、易风化崩解地层、膨胀岩的产状、厚度、延伸情况。

3 断层、破碎带、层间剪切带、节理裂隙或裂隙密集带的产状、宽度、延伸情况、性状、交汇切割情况，特别注意边墙中与之近平行或呈小夹角的长大中、陡倾角结构面和洞顶部位缓倾角结构面。

4 风化、卸荷特征。

5 岩溶洞穴位置、规模、形态、连通性、充填及地下水活动情况。

6 地下水出露位置、形式、流量、物理性状等。

7 不利块体的位置、形态和规模。

8 围岩开裂、片帮、岩爆、内鼓、弯折、坍塌等变形失稳的位置和范围。

9 围岩岩体结构和围岩类别。

10 重点处理的部位及处理方式。

11 残留的勘探孔、洞的位置和尺度，裂隙统计点、取样

点、现场试验点和重要摄影点、录像点、物探检测点、监测点的位置。

5.4.3 土质洞室地质编录应包括下列内容：

- 1 基准线、桩号、洞、井轮廓线。
- 2 土的成因类型及时代、分类名称、土体特征、分层厚度、相变特征、层间接触情况。
- 3 土体结构及结构面发育情况。
- 4 土体含水、渗水情况，地下水出露位置、流量、物理性状，管涌、流土的范围。
- 5 土体变形失稳的位置、范围及成因。
- 6 原位测试点及重要取样点、勘探点的位置。
- 7 施工处理情况。

5.4.4 地下开挖工程地质编录应填写施工地质编录综合描述卡，填写内容应符合附录 D 中 D.0.2 条的规定。

5.4.5 地下开挖工程地质编录应实测并编制洞室围岩展示图和重点处理地段展示图。

5.4.6 地下厂房洞室应编制边墙、顶拱、底板展示图，隧洞、竖井及斜井宜编制展示图，地质条件复杂地段宜编制典型地质剖面图和平切面图。地质展示图应符合附录 E 中 E.0.1 条的规定。

5.4.7 地质编录比例尺应符合表 5.4.7 的规定。

表 5.4.7 地下开挖工程地质编录比例尺

图 名	地下厂房洞室	隧 洞	竖井、斜井
洞室围岩展示图	1:200~1:50	1:500~1:50	1:200~1:50
重点处理地段展示图	1:100~1:20	1:100~1:20	1:100~1:20

5.4.8 地质编录时，宜对下列内容进行摄影或录像：

- 1 主要断层破碎带、软弱层带、岩体蚀变带等。
- 2 岩溶洞穴。
- 3 围岩松动、掉块、塌方位置。
- 4 围岩鼓胀、弯折、片帮、岩爆现象。

- 5 地下水涌水点。
- 6 现场取样、测试、观测断面（点）及测试装置位置。

5.5 地质预报与建议

5.5.1 遇到下列情况时，应及时进行地质预报，并对其产生的原因、性质和可能危害作出分析判断：

- 1 围岩不断掉块，洞室内灰尘突然增多，喷层表面开裂，支撑变形或连续发出声响。
- 2 围岩沿结构面或顺裂缝错位、裂缝加宽、位移速率加大。
- 3 出现片帮、岩爆或严重鼓胀变形。
- 4 出现涌水、涌水量增大、涌水突然变浑浊、涌沙。
- 5 干燥岩质洞段突然出现地下水流，渗水点位置突然变化，破碎带水流活动加剧，土质洞段含水量明显增大或土的性状明显软化。
- 6 洞温突然发生变化，洞内突然出现冷空气对流。
- 7 钻孔时，钻进速度突然加快且钻孔回水消失，经常发生卡钻。
- 8 岩石隧洞掘进机或盾构机发生卡机或掘进参数、掘进载荷、掘进速度发生急剧的异常变化。
- 9 突然出现刺激性气味。

5.5.2 施工地质预报应包括下列内容：

- 1 未开挖洞段的基本地质条件、围岩类别和可能出现的工程地质问题。
- 2 可能出现围岩变形失稳、涌水突泥等的位置、规模及发展趋势，含有毒有害气体、放射性元素地层的位置。
- 3 可能存在对隧洞支护结构具有腐蚀性的地下水。

5.5.3 围岩处理措施地质建议应包括下列内容：

- 1 清挖处理的位置、范围和深度。
- 2 置换、回填处理的位置、范围和深度。
- 3 固结灌浆的范围和深度。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/738045114075006050>